

南極・昭和基地の位置と標高

神沼克伊*

The Location and Elevation of Syowa Station, Antarctica

Katsutada KAMINUMA*

Abstract: Many reports concerning the locations and elevations of Syowa Station, Antarctica, have been published. Here previous data are noted for future reference. All data presented in this report were surveyed from the astronomical geodetic point which was established in 1957. The details are as follows: 1) The locations of meteorological and geomagnetic observations are used the location of the astronomical geodetic point. 2) The locations of the pendulum gravity station and seismic vault were determined by surveying and leveling from the astronomical geodetic point. 3) The locations of the gravity point in the Earth Science Laboratory, the absolute gravity point and the tide gauge were determined from the geographical map of East Ongul Island (1:5000), Antarctica. Elevations of those points were determined by leveling from the tide gauge reference point.

要旨: 南極・昭和基地のいろいろな観測点の位置や標高は、それぞれ異なる値が使われている。近年、測地衛星を用いた測位システムが発達し、南極でも用いられている。将来の混乱を防ぐため、昭和基地のいろいろな点での位置や標高がどのように求められたかを明らかにする。その主なものは以下のとおりである。

- 1) 気象観測点、地磁気観測点の位置としては天測点の値が使われている。
- 2) 振り測定による重力基準点、地震計室の位置と標高は基準点測量と水準測量で決められている。
- 3) 地学棟内重力点、国際絶対重力基準点、験潮場の位置と標高は地形図（東オングル島 1:5000）で刺針し、水準測量で決められている。

1. は し が き

1957年1月29日、第1次日本南極地域観測隊（JARE-1）がリュツォ・ホルム湾に昭和基地を建設して以来、同基地は日本の南極活動の拠点となっている。この地域の地形図としては、ノルウェー隊が空中から撮った斜写真を基に作った25万分の1の地図があるだけであった。日本隊は基地建設とともに測量を繰り返し、現在では縮尺の異なる数種類の地形図が作られている。昭和基地では気象、地震、地磁気、海洋潮汐などの観測が定常的に行われ、地球上でも重要な観測点となっている。

* 国立極地研究所. National Institute of Polar Research, 9-10, Kaga 1-chome, Itabashi-ku, Tokyo 173.

これらの観測点の位置の表示に際しては、昭和基地の位置（緯度 (ψ)、経度 (λ) や、標高 (h)) が示される。地形図の原点になっている昭和基地の天測点の位置のほか、地震や重力などの諸報告にもそれぞれの位置が、昭和基地の位置として示されている。これらの位置は実際には「昭和基地の地震計室」や「重力基準点」の位置である。

衛星測地の技術が飛躍的に進歩した今日、昭和基地でも衛星観測や VLBI (Very Long Baseline Interferometer: 超長基線電波干渉計) の観測に使える大型アンテナが設置され、GPS 基準点も設けられている。これらの観測に直接、間接に関係している者として、昭和基地のこれら相互の関係を明確にし、その背景をまとめておくことが後世の混乱を防ぐことになると考え、この報告を作成した。

2. 公表されている天測点と重力基準点

理科年表 (国立天文台, 1993) のそれぞれの項には、昭和基地に関する位置として次の点が掲載されている。

気象観測 $\psi = 69^{\circ}00' S$, $\lambda = 39^{\circ}35' E$, $h = 18 m$

地磁気 $\psi = 69^{\circ}00' S$, $\lambda = 39^{\circ}35' E$,

重力 $\psi = 69^{\circ}0.3' S$, $\lambda = 39^{\circ}35.4' E$, $h = 14 m$.

また、地震観測点の位置としては、JARE-11 (1970) から次の値が用いられている (神沼・千葉, 1973)。

$\psi = 69^{\circ}00'31.7'' S$, $\lambda = 39^{\circ}35'31.6'' E$, $h = 20 m$,

これらの値の原点は、昭和基地建設直後になされた天文測量によって決定された天測点である (鍛冶・印部, 1957)。

1957 年 2 月 2 - 4 日、現在「天測点」と呼ばれている丘の上で、経緯儀を使った太陽観測が行われ、昭和基地の緯度、経度が決定された。また標高はその地点と開水面との間で測定された。その結果は以下のとおりで、以後、今日まで、昭和基地を中心とする測地網の基準点となっている (国土地理院, 1979)。

緯度: $\psi = 69^{\circ}00'22'' S \pm 4''$

経度: $\lambda = 39^{\circ}35'24'' E \pm 12''$

標高: $h = 29.18 m$.

ただし標高に関しては測定精度が良くないと、「高さの測定は、東オングル島東岸の開水面を基準として行ったのであるが、汀線の状態をみると、60 cm から 1 m 位の高さの変化があり、これは驗潮を行う必要があるようである」(鍛冶・印部, 1957)と報告されている。

JARE-5 (1961) により、昭和基地に初めて驗潮儀が設置され、1961 年 2 月 28 日から 3 月 7 日までの連続記録をとることに成功し、天測点の高さを 29.24 m と報告している (大浦・藤野, 1965)。その驗潮場の位置は $\psi = 68^{\circ}59.4' S$, $\lambda = 39^{\circ}34.4' E$ とあるが、測定方

法は述べられていない。

JARE-6 (1962) でも簡易驗潮がなされ、驗潮場の固定点より天測点までの水準測量が実施され、その間の差 2735.0 cm が求められた (吉田・柿沼, 1963)。その結果、驗潮による天測点の標高は 29.307 m で、開水面から測定した値 29.18 m との間には 0.127 m の差がある。後述するように、驗潮場近くに設けた固定点 B. M. (ベンチマーク) No. 1040 を基準に、JARE-23 (1982) で求めた天測点の標高は 29.11 m である (神沼ら, 1984)。従って、天測点の標高は各測定で以下のように求められている。

隊次 (年度)	標高	方法
JARE-1 (1957)	29.18 m	開水面を基準に測定
JARE-5 (1961)	29.24 m	7 日間の驗潮とその取り付け点からの水準測量
JARE-6 (1962)	29.307 m	簡易驗潮とその取り付け点からの水準測量
JARE-23 (1982)	29.11 m	驗潮儀固定点 (B. M. 1040) からの水準測量

このような改測は行われているが、天測点の標高は JARE-1 の $h = 29.18$ m が地形図などには使われている。

地震計室の位置と標高は天測点からの基準点測量と水準測量によって決められている。重力基準点は JARE-6 (1962) により設置された (HARADA *et al.*, 1963)。その位置や標高がどのように決められたか詳しく述べられてはいないが、報告の内容からは、天測点から簡単な測量がなされたようである。JARE-5 の驗潮場も同様である。

理科年表の気象観測、地磁気的位置データは天測点の値の秒の桁をきりすてたものと思われる。標高は水準測量で求めたと推定するが、詳細は不詳である。

3. 地学棟の重力点と新驗潮場

重力の比較測定をするために、地学棟内に重力基準点を設けた。この位置は「東オングル島5000分の1」の地形図上で刺針し、標高のみ天測点から水準測量を実施した (KAMINUMA and NAGAO, 1984)。

さらに、国土地理院の隊員による刺針と B. M. 1040 からの水準測量により決定した値は以下のとおりであり、地学棟の重力基準点として重力値を求めるにはこの値を使用している (神沼ら, 1984)。

緯度： $\psi = 69^{\circ}00'19.4''$ S

経度： $\lambda = 39^{\circ}35'16.9''$ E

標高： $h = 21.26$ m.

昭和基地の驗潮場は昭和基地再開の JARE-7 (1966) により、北の瀬戸に移設され、さらに JARE-12 (1971) により現在の西の浦に移された。西の浦驗潮場の位置についての詳しい報告は JARE-21 (1980) の結果をまとめた1982年までまたねばならない (MATSUMOTO

and MINE, 1982).

それ以後、毎時の潮位データが国立極地研究所発行の JARE Data Report に報告されている。JARE Data Report にある験潮場の位置は $\psi = 69^{\circ}00'28''\text{S}$, $\lambda = 39^{\circ}34'13''\text{E}$ であるが、どのようにしてこの値が求められたかは不詳である。

この験潮場の固定点として水準点 B. M. 1040 が設けられており、現在はこの固定点を基準として、海面の高さを精度良く求める努力が続けられている。B. M. 1040 は 1979 年、JARE-19 により水準点の標高を決定するために験潮場の近くに設置された。JARE-23 により、平均海水面から B. M. 1040 への高さの取り付けが行われ、 $H_{1040} = +2.3380\text{ m}$ の値が得られている(神沼ら, 1984)。ただし、この平均海水面の計算には気圧などの諸補正は施されていない。神沼ら (1984) はこの H_{1040} の高さを基準に東オングル島内の水準点の標高を求めている。前述のごとく H_{1040} を基準に求めた天測点の標高は 29.11 m である。

4. 大型アンテナ及び GPS 基準点

1989 年、JARE-30 により昭和基地に直径 11 m の多目的のパラボラアンテナが建設された。このアンテナは将来、VLBI 実験ができるよう設計されており、当初からその位置の決定は、昭和基地の位置を精度良く決める作業と直結していた。アンテナ建設時、JARE-30 の村上寛史隊員(私信)により、一応の基準点測量が行われているが、測量に誤差があるとかで、正式の報告はない。

JARE-30 で実施された VLBI 実験によって、アンテナの位置が基準点測量とは独立に決められたが、その成果はまだ公表されていない。また、JARE-33 ではアンテナに GPS 受信機を取り付け、測定し、その中心位置を決定することを試みているが、近い将来、正式の報告がなされる予定である。

昭和基地の GPS は JARE-23 で埋設した B. M. 23-16 を基準点として、諸観測を実施している。B. M. 23-16 では重力測定がなされ、その水準測量の結果とともに報告されている(神沼ら, 1984)。

その位置は地形図上で刺針し、標高は B. M. 1040 からの水準測量であり、その結果は以下のとおりである。

$$\psi = 69^{\circ}00.5'\text{S}, \lambda = 39^{\circ}35.6'\text{E}, h = 21.15\text{ m}.$$

1992 年 1 月に実施された南極での GPS キャンペーンでは、この点を基準に観測を実施した。その結果は 1993 年末までに公表される予定である。

5. 絶対重力基準点

1991-93 年にかけて JARE-33 (1992) と JARE-34 (1993) により、昭和基地で重力の絶対測定が行われた。この絶対測定のための重力観測室が 1991 年 1 月、JARE-32 により建設さ

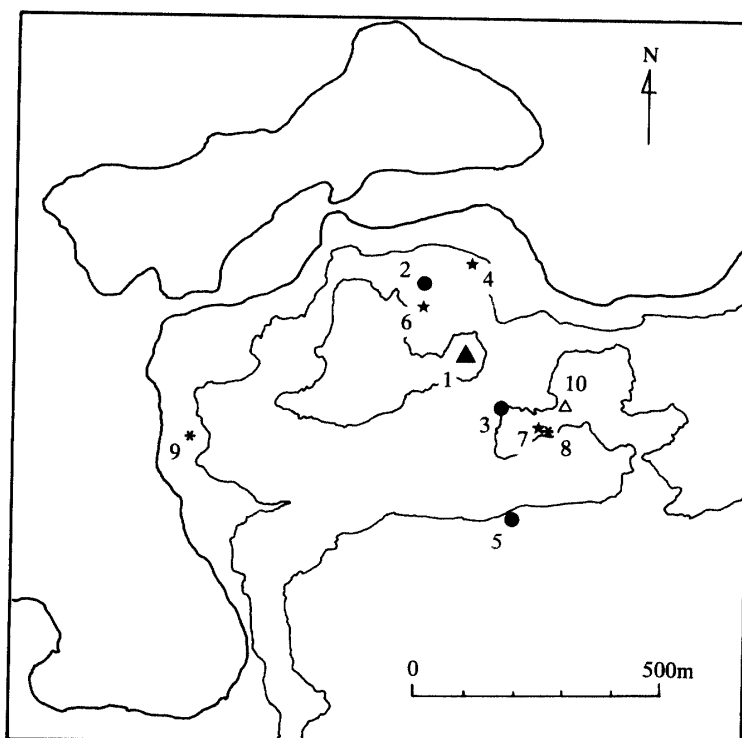


図1 昭和基地におけるいろいろな観測点, 番号は次のとおり.
 1) 天測点, 2) 気象観測点, 3) 地磁気観測点, 4) 振り子による重力基準点, 5) 地震計室, 6) 地学棟内重力点, 7) GPS 観測点 (B. M. 23-16), 8) 絶対重力基準点, 9) 験潮場固定点 (B. M. 1040), 10) 多目的アンテナ.

Fig. 1. Locations of observation points in Syowa Station. The numbers are shown as follows: 1) astronomical geodetic point, 2) meteorological station, 3) geomagnetic station, 4) pendulum gravity station, 5) seismic vault, 6) gravity point in the Earth Science Laboratory, 7) GPS observation point, 8) absolute gravity station, 9) reference point of the tide gauge and 10) parabola antenna.

表1 昭和基地における各観測点の位置と標高

Table 1. Locations of observation points and stations in Syowa Station.

No.	Latitude	Longitude	Elevation	Remarks
1	69°0'22"S ± 4"	39°35'24"E ± 12"	29.18 m	KAJI and INBE (1957)
2	69°00'S	39°35'E	18 m	RIKA-NENPYO (1993)
3	69°00'S	39°35'E	—	ditto
4	69°0.3'S	39°35.4'E	14 m	HARADA <i>et al.</i> (1963)
5	69°00'31.7"S	39°35'31.6"E	20 m	KAMINUMA and CHIBA (1973)
6	69°00'19.4"S	39°35'16.9"E	21.26 m	KAMINUMA <i>et al.</i> (1984)
7	69°00.5'S	39°35.5'E	21.15 m	GPS
8	69°00.5'S	39°35.6'E	21.49 m	FUJIWARA and WATANABE (1992)
9	—	—	2.3380 m	B.M.1040
10	—	—	—	VLBI

Note: The numbers of location are as in Fig 1.

れた。建設中に、室内に設置する重力点の基準点測量と水準測量が行われた（中島，1992）。しかし、まだ基準点測量の成果の公表はない。水準測量は B. M. 23-16 から取り付けられている。JARE-33 によりなされた絶対測定の結果に際しては、国際絶対重力基準点網 (IAGBN: International Absolute Gravity Basestation Network) の重力点の位置及び標高としては次の値が用いられている（藤原・渡辺，1992）。

緯度： $\psi = 69^{\circ}00.5'S$

経度： $\lambda = 39^{\circ}35.5'E$

標高： $h = 21.492 \text{ m.}$

このうち位置は地形図での刺針、標高は中島の水準測量によるとのことである（藤原，私信）。

6. ま と め

衛星測地の技術が南極観測に導入されて久しいが、現在、昭和基地の位置として理科年表をはじめ、国立極地研究所の諸出版物に公表されている値は、当然のことながら、JARE-1 による天測点の天文測量の結果に基いている。それぞれの関係を図 1 に示し、位置及び高さを表 1 に示した。その主な状況は以下のとおりである。

- 1) 気象観測，地磁気観測点の位置としては天測点の値が使われている。
- 2) 重力基準点の位置は天測点からの簡単な測量で決められている。
- 3) 地震計室の位置は天測点を基準とした三角測量，高さは水準測量で決められている。
- 4) 地学棟内重力点，昭和基地験潮場，昭和基地 IAGBN 点の位置は東オングル島（1:5000）の地形図で刺針し，標高は B. M. 1040 からの水準測量で決められている。
- 5) VLBI，GPS 等の宇宙技術を用いての位置決定は正式にはまだ報告されていない。

文 献

- 藤原 智・渡辺和夫（1992）：南極・昭和基地における絶対重力測定。国土地理院時報，**76**，1-6。
 HARADA, Y., KAKINUMA, S. and MURATA, I. (1963): Pendulum determination of the gravity difference between Tokyo, Mowbray and Syowa Base. Nankyoku Shiryô (Antarct. Rec.), **17**, 35-50.
- 鍛冶晃三・印部英一（1957）：1956-57 年度地形測量部門報告。南極資料，**1**，17-28。
- 神沼克伊・千葉平八郎（1973）：昭和基地の新地震計室と地震検知率。南極資料，**46**，67-82。
 KAMINUMA, K. and NAGAO, T. (1984): Gravity survey in Lützow-Holm Bay and the Mizuho Plateau, East Antarctica, 1981. JARE Data Rep., **89** (Earth Sci. 1), 59-87.
- 神沼克伊・阿部 馨・田中 等（1984）：昭和基地での水準測量と重力測量。南極資料，**83**，62-74。
- 国土地理院編（1980）：南極地域基準点・重力・地磁気・空中写真及び地図成果収録。
 MATSUMOTO, K. and MINE, M. (1992): Oceanographic data of the 21st Japanese Antarctic Research Expedition from November 1979 to April 1980. JARE Data Rep., **75** (Oceanography 1), 44 p.
- 中島最郎（1992）：測地。日本南極地域観測隊第 32 次隊報告。東京，国立極地研究所，157-161。
- 大浦浩文・藤野和夫（1965）：昭和基地における潮汐。南極資料，**24**，14-17。
- 国立天文台（1993）：理科年表。東京，丸善，1046 p.

吉田新生・柿沼清一（1963）：第6次南極地域観測隊測地部門航空写真撮影・基準点測量実施報告。
南極資料，17，30-34.

（平成5年4月13日受付；平成5年5月31日改訂稿受理）